

Guía de Práctica #9 – Simulación y Caracterización de Motor a Paso Bipolar

OBJETIVOS

- Simular el comportamiento de un motor a paso de tipo híbrido sin carga.
- Obtener las curvas de torque vs velocidad/frecuencia de pulso para el motor simulado.
- Comparar y analizar los parecidos o diferencias de la simulación con un experimento real.

MARCO TEÓRICO

Un motor a pasos es un motor de CD sin escobillas que puede ser de imán permanente o reluctancia variable que tiene como características de desempeño rotar en ambas direcciones, moverse con incrementos angulares precisos, sostener un torque de retención a velocidad cero y controlarse con circuitos digitales. El motor paso a paso es muy útil porque se puede posicionar con precisión sin ningún sensor de retroalimentación, por lo tanto, se puede representar como un controlador de circuito abierto.

El número y tasa de los pulsos controla la posición y velocidad del eje del motor. Por lo general, los motores de pasos se fabrican con pasos por revolución de 12, 24, 72, 144, 180 y 200, lo que resulta en incrementos de eje de 30°, 15°, 2.5°, 2° y 1.8° por paso. A medida que activamos los bobinados del motor paso a paso en un orden en particular, permitimos que fluya una corriente a través de ellos que magnetiza el estator provocando polos electromagnéticos que causarán la propulsión del motor. Se pueden diseñar circuitos especiales de micro-paso para permitir una mayor cantidad de pasos por revolución, con frecuencia 10 000 pasos/rev o más.

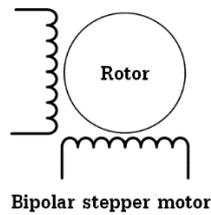
Motor paso a paso híbrido

Es una combinación del motor paso a paso de reluctancia variable e imán permanente, tiene un rotor de imán permanente y un estator dentado. El rotor cuenta con dos secciones que son opuestas en polaridad y sus dientes están desplazados.

Paso completo

El método de bobina simple o conocido en inglés como “Full Step Drive” consiste en tener activado siempre 2 bobinas en un momento dado, al tener 2 bobinas activas aumentamos el flujo de corriente por lo tanto el par de salida de nuestro motor paso a paso es mucho más alto. Lamentablemente al utilizar esta configuración no se ve afectada la resolución y por lo tanto el rotor nuevamente realizará un ciclo completo en 4 pasos.

- Par máximo.
- Buena velocidad.
- Alto consumo.



Phase	Winding1		Winding2	
1	0	1	0	1
2	0	1	1	0
3	1	0	1	0
4	1	0	0	1

Figura 9.1 - Secuencia de energización de las bobinas del motor.

EQUIPO REQUERIDO

- Motor a paso híbrido/bipolar
- Módulo de puente H
- Fuente de voltaje/batería
- Amperímetro
- Voltímetro
- Tacómetro
- Carga mecánica variable

PARTE A

Partiendo del ejemplo de "Stepper Motor for Open-Loop Angle Control" (<https://www.systemvision.com/groups/motors-and-drives/designs/stepper-motor-open-loop-angle-control>), realice las modificaciones para obtener el siguiente modelo:

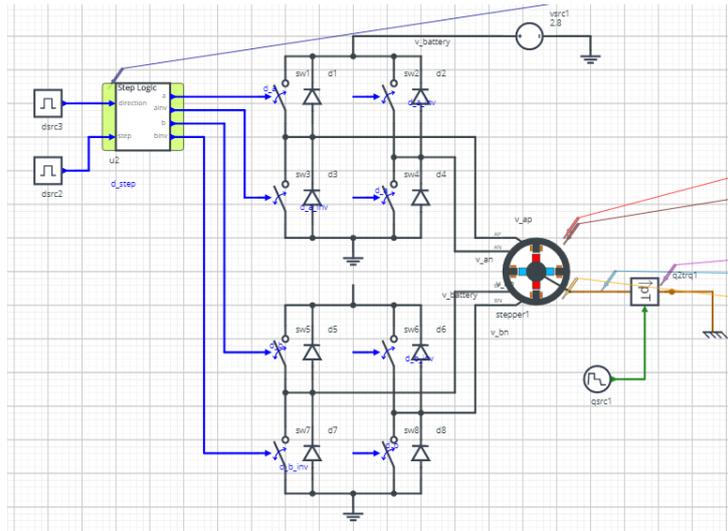


Figura 9.2. Diseño del experimento

La primera modificación es en las propiedades del motor a paso, usando las de la hoja de datos de un modelo de motor existente en el Laboratorio de Mecatrónica (**Nanotec ST4118S1404-B**).

Luego se debe cambiar la batería por una fuente de voltaje constante ajustada el voltaje nominal recomendado en la hoja de datos del motor (voltage source - constant).

También se debe reemplazar todo lo conectado en el eje del motor a paso (engranajes, inercia, amortiguador, convertidor velocidad-ángulo y resorte) por el bloque de torque controlado, “*Torque (rv) from Continuous Quantity*”, para el control usar el bloque “*Quantity Source - PWL*” de la librería *Continuous Function Blocks*, en lugar de un valor constante.

También muestre en una sola ventana gráfica las curvas separadas los pulsos de los pasos, las corrientes de cada fase, torque, velocidad angular y posición en grados.

PARTE A

Modificar el bloque de entrada lógica de dirección conectado a *direction*, para que tenga un ciclo de trabajo del 50% el resto se debe dejar igual.

El otro bloque de pulsos conectado a la entrada *step*, se encarga de enviar el orden de “pasos”, su frecuencia se controla variando su período. Recordar que la relación es inversa, a mayor período de pulso mayor su frecuencia y viceversa. Puede empezar con 100ms.

Simule por un tiempo de 3 segundos y compruebe que se cumple la tabla lógica de energización de las fases del motor en modo de paso completo, observando el tren de pulsos y las corrientes.

¿Cuáles serían la corriente mínima y máxima que estaría consumiendo el motor en todo momento?

PARTE B

Fijar el bloque de dirección en el sentido horario, cambiando su ciclo de trabajo a 0.99, y su período a 3 s.

A diferencia de otros motores, en los que la aplicación de una carga mecánica modifica su velocidad usualmente disminuyéndola, el motor a paso mantiene su velocidad de sincronía/avance de pasos hasta que no puede vencer el torque de la carga, de ahí que el procedimiento sea distinto.

El bloque que controla el nivel de torque debe configurarse para que aplique una rampa en cada prueba, desde 0 hasta un poco más del torque máximo del motor, ver figura rampa. Use el bloque

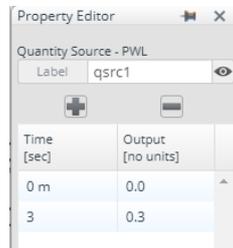


Figura 9.3. Configuración de rampa.

En cada simulación se decide un período/frecuencia de tren de pulsos, y se ejecuta la simulación en la que se aplica un torque creciente.

En la gráfica, con la ayuda de cursores se debe identificar el instante en que se pierde la sincronía y anotar dicho torque. Llene la tabla 9.1 con al menos 10 diferentes puntos hasta una máxima velocidad de 4000 RPM.

Período de tren de pulsos [s]	Frecuencia de tren de pulsos [Hz]	Velocidad promedio del rotor [RPM]	Torque en que se pierde sincronía [Nm]

Tabla 8.1 Prueba de torque en motor a paso a diferentes velocidades.

Obtenga una gráfica de velocidad en RPM en el eje x, versus el torque en el eje y (G9.1), compárela con las gráficas del fabricante usando controladores de corriente constante a 24V y 48V.